

O I P E

SEP 11 2006

APR 12
PTAB TRADEMARK
HTRANSMITTAL LETTER
(General - Patent Pending)

Docket No.

2794

In Re Application Of: GROSS, K., ET AL

Application No.	Filing Date	Examiner	Customer No.	Group Art Unit	Confirmation No.
10/755,140	01/09/2004		278		

Title: **METHOD OF AND APPARATUS FOR CONTROLLING DRIVING OF A GRIPPING DEVICE TO A MOVABLE PIECE MATERIAL**

COMMISSIONER FOR PATENTS:

Transmitted herewith is:

CERTIFIED COPY OF THE PRIORITY DOCUMENT # 103 00 606.0

in the above identified application.

No additional fee is required.

A check in the amount of _____ is attached.

The Director is hereby authorized to charge and credit Deposit Account No. _____ as described below.

- Charge the amount of _____
- Credit any overpayment.
- Charge any additional fee required.

Payment by credit card. Form PTO-2038 is attached.

WARNING: Information on this form may become public. Credit card information should not be included on this form. Provide credit card information and authorization on PTO-2038.



Dated: 09/07/2006

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the "Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450" [37 CFR 1.8(a)] on 09/07/2006.

(Date)



MICHAEL J. STRIKER

Typed or Printed Name of Person Mailing Correspondence

CC:

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 00 606.0

Anmeldetag: 10. Januar 2003

Anmelder/Inhaber: Bosch Rexroth AG, 70184 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Steuereinrichtung zum Anfahren einer Greifvorrichtung an ein sich bewegendes Stückgut

IPC: B 25 J, G 05 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 6. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Schäfer

Zusammenfassung

Verfahren und Steuereinrichtung zum Anfahren eines Roboters

5. an ein sich bewegendes Stückgut

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anfahren an ein sich bewegendes Stückgut über einen Anfahrweg, wobei sich eine Anfahrposition des Stückgutes innerhalb eines Anfahrbereiches

10 befindet, wobei in einem ersten Berechnungsschritt Steuerdatensätze im Voraus berechnet werden, wobei die Steuerdatensätze einen Verfahrsatz enthalten, der Wegstücke umfasst, die den Anfahrweg für eine Anfahrposition abbilden, wobei bei dem ersten Berechnungsschritt für den Verfahrsatz von einer 15 ersten festgelegten Anfahrposition des Stückgutes ausgegangen wird, wobei der Verfahrsatz zur ersten festgelegten Position des Stückgutes bezüglich der Anfahrgeschwindigkeit optimiert wird, wobei unmittelbar vor dem Starten der Bewegung für jedes Wegstück die aktuelle Anfahrposition des Stückgutes 20 ermittelt wird und ein zweiter Berechnungsschritt durchgeführt wird, bei dem das jeweils aktuell abzufahrende Wegstück abhängig von der ermittelten aktuellen Position des Stückgutes so verändert wird, so dass der Anfahrweg in Richtung der Anfahrposition verschoben wird, wobei eine Anfahrbewegung durch Abfahren des in dem zweiten Berechnungsschritt ermittelten Wegstückes durchgeführt wird.

30

Figur 1

Verfahren und Steuereinrichtung zum Anfahren einer Greifvor-richtung an ein sich bewegendes Stückgut

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anfahren an ein sich bewegendes Stückgut über einen Anfahrtsweg und eine Steuereinrichtung zur Steuerung der Bewegung einer Greifvorrichtung.

Eine im Herstellungsprozess häufig vorkommender Vorgang ist das Greifen eines sich auf einem Förderband bewegenden Stückguts mithilfe einer Greifvorrichtung, wie ein Roboterarm oder dergleichen. Eine solche Greifvorrichtung wird durch eine Steuereinrichtung gesteuert, die den Anfahrtsweg durch eine Punkt zu Punkt-(PTP)-Interpolation zeitlich optimiert, d.h. den Anfahrtsweg zum schnellstmöglichen Anfahren des Stückgutes auslegt.

Die Berechnung eines Steuerdatensatzes, der die Bewegung der Greifvorrichtung vorgibt, wird in Echtzeit durchgeführt, d.h. unmittelbar vor dem Start der Anfahrbewegung bzw. während der Anfahrbewegung. Ist ein Steuerdatensatz abgearbeitet, d.h. der Roboterarm hat das angesteuerte Stückgut erreicht, können in Echtzeit der nächste Steuerdatensatz berechnet werden, der beispielsweise auch andere Informationen, wie die Ausgabe von Signalen zur Überwachung, die Steuerung des Aufnahme- oder Abgabevorgangs des Stückguts und anderes umfassen kann.

Die Berechnung dieser Vorgänge benötigt Rechnerzeit und kann die Aufnahmevergänge der Greifvorrichtung unterbrechen, so dass dessen Bewegung ruckartig werden.

Da das Stückgut in der Regel chaotisch auf dem Förderband aufliegt, kann man vor dem Anfahren des Stückgutes nicht, oder nur unter erheblichem zeitlichen Aufwand ermitteln, wie lange die Anfahrbewegung dauert und an welcher Stelle die

5 Anfahrposition des anzufahrenden Stückguts liegt.

Aus diesem Grunde kann eine Vorausberechnung einer solchen Anfahrbewegung nicht optimal durchgeführt werden, so dass das Stückgut nicht geschwindigkeits- und bewegungsoptimal band-

10 synchron angefahren werden kann.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, auf einem Förderbänd bewegtes Stückgut in zeitlich optimaler Weise anzufahren.

15

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1, sowie durch die Steuereinrichtung nach Anspruch 8 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in
20 den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Anfahren an ein sich bewegendes Stückgut über einen Anfahrweg vorgesehen. Das Stückgut weist dabei eine Anfahrposition auf, die sich innerhalb eines Anfahrbereichs befindet. In einem ersten Berechnungsschritt werden Steuerdatensätze im voraus berechnet. Die Steuerdatensätze dienen zur gesamten Steuerung der Anfahrbewegungen z.B. eines Roboterarms, sowie allen sonstige Funktionen, die zur Überwachung der Betriebsfunktionen oder ähnliches notwendig sind. Für die Anfahrbewegung weisen die Steuerdatensätze einen Verfahrsatz auf, der den Anfahrweg zu einer Anfahrposition beschreibt. Bei dem ersten Berechnungsschritt wird bei der Berechnung des Verfahrsatzes von einer festgelegten Anfahr-
35 position des Stückgutes ausgegangen.

Dabei wird der Verfahrsatz zur festgelegten Auffahrposition des Stückgutes bezüglich der Anfahrgeschwindigkeit optimiert.

Unmittelbar vor dem Starten der Anfahrbewegung gemäß des Verfahrsatzes wird die aktuelle Anfahrposition des Stückgutes 5 ermittelt und ein zweiter Berechnungsschritt durchgeführt, bei dem der aktuelle Verfahrsatz abhängig von der ermittelten aktuellen Anfahrposition so verändert wird, dass der Anfahrtsweg in Richtung der aktuellen Anfahrposition geändert wird.

10 Die Anfahrbewegung wird dann durch Abfahren der in dem zweiten Berechnungsschritt ermittelten Verfahrsatzes durchgeführt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden also Steuerdaten- 15 sätze im voraus berechnet, so dass diese beim Abarbeiten bereits so zur Verfügung stehen, dass Rechenzeit unmittelbar vor dem Abarbeiten des jeweiligen Vorgangs eingespart werden kann. Bei der Vorausberechnung von Verfahrsätzen, die eine Anfahrbewegung an ein Stückgut vorgeben, ist es jedoch nicht 20 möglich, die Position, an der sich das Stückgut zum Ende der vorausberechneten Anfahrbewegung befinden wird, vorherzubestimmen. Dadurch ist die Vorausberechnung der Verfahrsätze für Anfahrbewegungen nicht optimal.

25 Aus diesem Grunde ist vorgesehen, dass vor dem Durchführen einer Anfahrbewegung gemäß des Verfahrsatzes eine erneute Berechnung des Verfahrsatzes gemäß der aktuellen ermittelten Anfahrposition des Stückguts durchgeführt wird. Mithilfe des neu berechneten Verfahrsatzes kann dann das Stückgut angefahren werden. Da die Steuerdatensätze für Vorgänge, die nach diesem Verfahrsatz stattfinden, bereits im voraus berechnet wurden, kann nach dem Erreichen der betreffenden Anfahrposition für das Stückgut unmittelbar der nächste Steuerdatensatz abgearbeitet werden, ohne dass eine Berechnung 35 bzw. eine Ermittlung des jeweiligen darauffolgenden Steuerdatensatzes notwendig ist.

Dadurch kann Zeit eingespart werden, so dass die Steuerdatensätze wie z.B. die Verfahrsätze und oder Datensätze bezüglich Aufnahme- bzw. Abgabevorgänge des Stückguts im Wesentlichen unmittelbar nacheinander durchgeführt werden können.

5

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Steuerdatensätze den ersten Verfahrsatz für die erste Anfahrposition und einen zweiten Verfahrsatz für eine zweite Anfahrposition enthalten, die mithilfe des ersten Berechnungsschritts im voraus berechnet werden, wobei der erste und der zweite Verfahrsatz Wegstücke umfassen, die einen Anfahrweg zur ersten oder zweiten Anfahrposition abbilden. Vor dem Erreichen einer Endposition des ersten Verfahrsatzes wird zumindest ein erstes Wegstück des zweiten Verfahrsatzes berücksichtigt, um einen ruckfreien Übergang der Anfahrbewegung von dem ersten Verfahrsatz zu dem zweiten Verfahrsatz zu gewährleisten.

Auf diese Weise kann ein sogenanntes Überschleifen der Verfahrbewegungen vorgenommen werden, wobei bei der Verfahrbewegung zu der ersten Anfahrposition bereits der zweite Verfahrsatz berücksichtigt wird, so dass möglichst geringe Beschleunigungen auf die Greifvorrichtung einwirken, so dass die Anfahrbewegungen möglichst ruckfrei und geschwindigkeits-optimal erfolgen.

Dieses sogenannte Überschleifen kann auch mit Verfahrsätzen durchgeführt werden, die durch den ersten Berechnungsschritt berechnet worden sind.

30 Die Abweichung, die sich aus der un-genaueren Berechnung der Position des Stückguts ergibt, kann für die Berechnung des Überschleifens vernachlässigt werden, so dass die durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Verfügung gestellte Vorausberechnung der Verfahrsätze einerseits die Bewegung der Greifvorrichtung sanfter macht, indem hohe Beschleunigungen vermieden werden, und andererseits schneller,

da die Steuerdatensätze im voraus berechnet worden sind, so dass die Steuerdatensätze in unmittelbarer Folge nacheinander abgearbeitet werden können.

5 Vorzugsweise ist vorgesehen, dass bei dem zweiten Berechnungsschritt das jeweils aktuelle abzufahrende Wegstück abhängig von der ermittelten aktuellen Anfahrposition des Stückguts verändert wird, indem der Endpunkt des Wegstücks um einen von der aktuellen Anfahrposition des Stückguts abhängigen Winkels verschoben wird.

10 Auf diese Weise können die in dem ersten Berechnungsschritt ermittelten Wegstücke des Verfahrsatzes im Wesentlichen für eine Weiterberechnung verwendet werden, wobei die Wegstücke des Verfahrsatzes lediglich um einen von der aktuellen 15 Anfahrposition des Stückguts abhängigen Weg korrigiert werden. Damit ist es möglich, die Berechnung des Verfahrsatzes in dem zweiten Berechnungsschritt gegenüber der Erstberechnung des Verfahrsatzes erheblich abzukürzen, so dass möglichst wenig Zeit bei der Berechnung des Verfahrsatzes in 20 dem zweiten Berechnungsschritt benötigt wird.

Es kann vorgesehen sein, dass bei dem zweiten Berechnungsschritt das jeweils aktuelle abzufahrende Wegstück abhängig von der Bewegungsgeschwindigkeit des Stückguts verändert wird, indem die Geschwindigkeit des Wegstücks über dem gesamten Verfahrsatz so berücksichtigt wird, dass ein ruckfreies Anfahren und Abbremsen der Anfahrbewegung ermöglicht wird.

30 Dies hat den Vorteil, dass bei Berechnung des Verfahrsatzes für die aktuelle Anfahrposition die Bewegung des aufzunehmenden Stückguts mit berücksichtigt werden kann, so dass zum Zeitpunkt des Aufnehmens der Greifvorrichtung mit dem aufzunehmenden Stückgut mitbewegt wird.

Um eine möglichst ruckfreie Anfahrbewegung zu ermöglichen, kann vorgesehen sein, dass die Geschwindigkeit des Stückguts sinusquadratisch über den gesamten Verfahrsatz berücksichtigt wird, so dass in einem Anfangsbereich und in einem Endbereich 5 eine geringere Geschwindigkeit des Stückguts in dem zweiten Berechnungsschritt berücksichtigt wird.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass bei mehreren Verfahrsätzen, die mithilfe des ersten Berechnungsschritts vorberechnet

10 worden sind, der Verfahrsatz für ein sich bewegendes Stückgut nicht in einer Anfahrbewegung umgesetzt wird, wenn sich in dem zweiten Berechnungsschritt ergibt, dass die Anfahrbewegung das jeweilige sich bewegende Stückguts nicht rechtzeitig innerhalb des Anfahrbereichs erreicht. Auf diese Weise 15 wird das Starten einer Anfahrbewegung vermieden, wenn schon vor dem Starten der Anfahrbewegung erkannt wird, dass das sich bewegende Stückguts nicht mehr innerhalb des Anfahrbereichs erreicht werden kann. Auf diese Weise kann Zeit eingespart werden, die für einen vergeblichen Versuch, das 20 Stückgut aufzunehmen, aufgewendet werden müsste. Zur Definition des Anfahrbereichs kann eine zweite Position des betreffenden Stückguts definiert werden, wobei der Verfahrsatz in dem zweiten Berechnungsschritt nicht berechnet wird, wenn sich das betreffende Stückguts in der Bewegungsrichtung 25 hinter der zweiten Position befindet.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Steuereinrichtung zum Steuern einer Anfahrbewegung einer Anfahrvorrichtung für sich bewegende Stückgüter vorgesehen.

30 Die Anfahrvorrichtung, d.h. die Zielposition der Anfahrbewegung ist innerhalb eines Anfahrbereichs gemäß einem Verfahrsatz anfahrbar. Die Steuereinrichtung weist ein erstes Berechnungsmittel auf, um Steuerdatensätze in einem ersten Berechnungsschritt vorzuberechnen. Die Steuerdatensätze 35 umfassen mindestens einen Verfahrsatz, der ausgehend von einer ersten festgelegten Anfahrvorrichtung des Stückguts im voraus berechnet wird. Der Verfahrsatz beschreibt den An-

DEUTSCHE
PATENT- UND
MARKEN- AUSZEICHNUNG
GEGENSTÄND

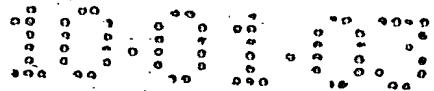
fahrweg, wobei der berechnete Verfahrsatz zur festgelegten Anfahrposition des Stückguts bezüglich der Anfahrgeschwindigkeit optimiert ist. Die Steuereinrichtung weist weiterhin ein Detektorsystem auf, um die aktuelle Position des Stückguts im

5 Anfahrbereich zu ermitteln. In einem zweiten Berechnungsmittel wird unmittelbar vor dem Starten der Anfahrbewegung eine Weiterberechnung für den Verfahrsatz in einem zweiten Berechnungsschritt durchgeführt, bei dem der aktuelle Verfahrsatz abhängig von der ermittelten aktuellen Position des Stückguts 10 so verändert wird, dass der Anfahrweg in Richtung der Anfahrposition korrigiert wird. Mithilfe eines Steuerelementes wird die Anfahrbewegung durch Abfahren des in dem zweiten Berechnungsschritt korrigierten Verfahrsatzes gesteuert.

15 Auf diese Weise kann eine Steuereinrichtung bereitgestellt werden, mit der das erfindungsgemäß Verfahren durchführbar ist. Mithilfe des ersten und zweiten Berechnungsmittels lassen sich Verfahrsätze bzw. Steuerdatensätze berechnen. Durch das Vorausberechnen der Steuerdatensätze kann die Zeit 20 zur Durchführung eines Vorgangs verringert werden, da der Zeitaufwand einer Berechnung unmittelbar vor dem entsprechenden Vorgang des jeweiligen Steuerdatensatzes bzw. des Verfahrsatzes geringer ist.

25 Vorzugsweise sind das erste und/oder zweite Berechnungsmittel so gestaltet, um beim Übergang von dem ersten Verfahrsatz zu einem zweiten Verfahrsatz Wegstücke des ersten Verfahrsatzes mit Wegstücken des zweiten Verfahrsatzes so miteinander zu berechnen, dass ein im Wesentlichen ruckfreier Übergang von 30 der Bewegung des ersten Verfahrsatz zu der Bewegung des zweiten Verfahrsatzes erreicht wird. Dieser Vorgang des so genannten Überschleifens ermöglicht zum einen eine ruckfreie Bewegung des Bearbeitungsgerätes und zum anderen verringert er die Zeit, die zum Anfahren der Anfahrpositionen benötigt 35 wird.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung wird im



Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.
Es zeigen:

Figur 1 ein Bearbeitungsgerät zum Greifen von sich auf einem
5 Förderband bewegenden Stückgut;

Figur 2 den Anfahrbereich des Bearbeitungsgeräts; und

10 Figuren 3a, 3b Flussdiagramme zur Veranschaulichung des
erfindungsgemäßen Verfahrens.

In Figur 1 ist ein Robotersystem zum Aufnehmen von auf einem
sich bewegenden Förderband 2 beliebig angeordneten Stückgut 3
dargestellt. Das Robotersystem weist einen Roboterarm 1 auf,
15 der mehrere schwenk- und/oder drehbare Arme 4 aufweist. Die
Arme 4 sind so miteinander verbunden, dass ein Greifelement 5
an einem Ende des Roboterarms 1 innerhalb eines Anfahrbereiches
jede beliebige Position anfahren kann.

20 Das Greifelement 5 ist so gestaltet, dass es ein Stückgut 3
aufnehmen kann und während einer Verfahrbewegung halten kann.
Das Greifelement 5 kann dazu mit einer Greifklaue und/oder
einem magnetischen Haltesystem ausgestattet sein. Auch ein
anderes Aufnahmesystem ist denkbar, wie eine Sauger o.ä.

5 Der Roboterarm 1 hat die Aufgabe, das Stückgut 3 von dem sich
bewegenden Förderband 2 aufzunehmen und z.B. zu einer
Palletierposition zu transportieren. In der Palletierposition
werden die Stückgüter 3 gestapelt und für einen weiteren
30 nachfolgenden Bearbeitungsschritt bereit gehalten. Die
Bewegung des Roboterarms 1 wird durch ein Steuerelement 12
in einer Steuereinrichtung 6 gesteuert. Das Steuerelement 12
kontrolliert die Bewegungen des Roboterarms 1 gemäß bereit-
gestellter Steuerdaten, so dass der Roboterarm 1 eine von dem
35 Steuerelement 12 vorgegebene Anfahrposition anfahren kann.

Damit der Roboterarm 1 die Anfahrposition so schnell wie

möglich anfährt, wird der Anfahrweg gemäß einer PTP-Interpolation (Point-to-Point-Interpolation) optimiert. Bei der PTP-Interpolation wird der Anfahrweg in eine Anzahl von Wegstücken unterteilt, wobei diese hinsichtlich der Anfahrgeschwindigkeit optimiert sind. Beim Optimieren der Anfahrgeschwindigkeit werden die entsprechenden Stellglieder der Arme 4 mit Maximalwerten angesteuert, so dass diese schnellstmöglich, d.h. mit maximal möglichen Beschleunigungen und Geschwindigkeiten in die vorgegebene Lage bewegt werden.

10 Alle beteiligten Achsen starten und beenden ihre Bewegung gleichzeitig. Die Bewegung wird auf die schwächste Achse ausgelegt.

Die Stellgrößen, die an dem Roboterarm 1 angelegt werden, um das Greifelement 5 von einer Startposition zu einer Anfahrt position zu verfahren, bilden einen Verfahrssatz. Vor dem Durchführen einer Verfahrbewegung berechnet die Steuereinrichtung 6 den Verfahrssatz und legt die entsprechenden Stellgrößen an den Roboterarm 1 zu definierten Zeitpunkten an, so dass die Verfahrbewegung durchgeführt wird.

Zur Überwachung der Funktion des Robotersystems müssen nach dem Anfahren einer Position Signale von der Steuereinrichtung an ein Überwachungssystem 7 weitergegeben werden. Dazu werden ebenfalls in der Steuereinrichtung 6 Steuerdatensätze generiert, die beispielsweise eine Signalausgabe vorbereiten können, die vorsieht, dass ein oder mehrere Überwachungssignale nach dem Anfahren des Stückguts 3 an die Überwachungseinheit 7 ausgegeben werden.

30 Um Zeit bei den Verfahrbewegungen des Roboterarms 1 einzusparen, ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung ein erstes Berechnungsmittel aufweist, um Steuerdatensätze, wie Verfahrssätze oder Signalausgabedaten vorzuberechnen, und 35 diese in einer Speichereinheit 9 zu speichern. In der Speichereinheit 9 sind dann für die nächsten Verfahrbewegungen des Roboterarms 1 Verfahrssätze gespeichert, wobei zwischen

den Verfahrsätzen weitere Steuerdatensätze vorgesehen sein können, um beispielsweise Signalausgaben an die Überwachungseinheit 7 zu steuern und weitere Berechnungen durchzuführen.

5. Die in der Speichereinheit 9 gespeicherten Steuerdatensätze werden nun nacheinander abgearbeitet, d.h. es wird mithilfe eines Verfahrsatzes eine Anfahrbewegung des Roboterarms 1 durchgeführt. Nachdem die Anfahrposition erreicht worden ist, wird gemäß eines weiteren Verfahrsatzes ein Aufnahme- oder 10 ein Abgäbevorgang durchgeführt und eventuell gemäß eines oder mehrerer weiterer Steuerdatensätze Signalausgaben oder ähnliches durchgeführt, bevor gemäß dem darauffolgenden Verfahrsatz eine nächste Anfahrbewegung des Roboterarms 1 gesteuert wird. Durch diese Vorausberechnung lässt sich 15 zwischen den einzelnen Vorgängen Rechenzeit einsparen, so dass der Roboterarm 1 im Wesentlichen ohne Wartezeiten bewegt wird.

20 Aufgrund vielfältiger Einflüsse auf den Roboterarm 1 bzw. da die Lage der Stückgüter beliebig ist, ist es nur schwer möglich, die Zeitdauer zur Abarbeitung eines der Steuerdatensätze, insbesondere der Verfahrsätze im voraus zu ermitteln. Aus diesem Grunde ist es hinsichtlich der Verfahrsätze, die eine Anfahrbewegung des Roboterarms 1 angeben, nicht oder nur 25 schwer möglich, den Verfahrsatz hinsichtlich einer genauen Anfahrposition exakt im voraus zu berechnen. Aus diesem Grunde muss vor dem Start der Anfahrbewegung an eine Anfahrposition gemäß des gerade aktuellen Verfahrsatzes eine zweite Berechnung mithilfe eines zweiten Berechnungsmittels 10 durchgeführt werden, die den jeweiligen Verfahrsatz erneut 30 hinsichtlich der aktuellen Position des Stückguts auf dem Förderband 2 berechnet.

35 Die aktuelle Position des Stückguts 3 auf dem Förderband 2 wird mithilfe eines Positionserkennungssystems 11 festgestellt, die die genauere absolute Position des Stückguts 3

auf dem Förderband 2 bestimmt. Mithilfe des zweiten Berechnungsmittels 10 wird dann der jeweilige Verfahrssatz so berechnet, dass die Anfahrposition des Roboterarms 1 der Position des anzufahrenden Stückguts 3 zu dem Zeitpunkt 5 entspricht, an dem das Greifelement 5 die Anfahrposition voraussichtlich erreichen wird. Dann erreicht das Greifelement 5 des Roboterarms 1 die Anfahrposition genau zu dem Zeitpunkt, zu dem auch das anzufahrende Stückguts 3 in der Anfahrposition angekommen ist.

10

Um die Neuberechnung des aktuellen Verfahrsatzes kurz vor dem Start der Anfahrbewegung gemäß des Verfahrsatzes zu beschleunigen, ist es sinnvoll, die Berechnung dieses Verfahrsatzes so definiert durchzuführen, dass auf Grundlage des 15 vorberechneten Verfahrsatzes die Berechnung des Verfahrsatzes in dem zweiten Berechnungsschritt beschleunigt werden kann. Dazu wird die Berechnung des Verfahrsatzes in dem ersten Berechnungsschritt bezüglich einer vorbestimmten Grundposition durchgeführt.

20

5 In Figur 2 ist der Anfahrbereich 15 des Roboterarms 1 dargestellt. Der Anfahrbereich umfasst den Bereich, innerhalb dem das Greifelement 5 an jede beliebige Position gefahren werden kann. Durch den Anfahrbereich 15 verläuft das Förderband 2, auf dem das anzufahrende Stückgut 3 transportiert wird. Die Berechnung des Verfahrsatzes gemäß dem ersten Berechnungsschritt wird bezüglich einer Grundposition GP durchgeführt, d.h. der erste Berechnungsschritt wird durchgeführt, als befände sich die Anfahrposition in der Grundposition GP.

30 Im zweiten Berechnungsschritt, der unmittelbar vor dem Start der Anfahrbewegung an das betreffende Stückgut durchgeführt wird, wird lediglich die ermittelte Position des aktuell anzufahrenden Stückguts 3 in Bezug auf die Grundposition GP berücksichtigt. D.h. die Anfahrposition ist um einen

bestimmten Betrag Δy gegenüber der Grundposition GP in Bewegungsrichtung des Förderbands 2 verschoben. Im zweiten Berechnungsschritt wird daher ausgehend von dem Verfahrsatz, der in dem ersten Berechnungsschritt berechnet worden ist und mithilfe des Differenzwertes Δy ein modifizierter neuer Verfahrsatz berechnet, der von einer exakten Anfahrposition ausgeht, so dass bei Durchführen der Anfahrbewegung der Roboterarm 1 und das betreffende Stückgut 3 die Anfahrposition zur gleichen Zeit erreicht wird. Im zweiten Berechnungsschritt wird der Endpunkt von Δy verschoben.

Es ist vorgesehen, dass die Bandgeschwindigkeit zu den Wegstücken des Verfahrsatzes in geeigneter Weise aufaddiert wird.

Um eine möglichst ruckfreie Beschleunigungs- und Abbremsbewegung des Roboterarms 1 zu erreichen, ist es möglich, die Bandgeschwindigkeit des Förderbands 2 sinusquadratisch in den Wegstücken des vorausberechneten Verfahrsatzes zu berücksichtigen bzw. zu den Wegstücken aufzuaddieren.

Im Wesentlichen wird für jedes Stückgut 3, das durch das Detektionssystem 11 erkannt worden ist, ein Verfahrsatz vorbereitet und in einer berechneten günstigen Reihenfolge in dem Speicherelement 9 gespeichert. Wird zu Beginn des zweiten Berechnungsschritts erkannt, dass das Stückgut sich bereits so weit in dem Anfahrbereich 15 befindet, d.h. der Differenzwert Δy so groß geworden ist, dass das Stückgut mit einer Anfahrbewegung wahrscheinlich nicht mehr erreicht werden kann, so wird der Verfahrsatz verworfen und der nächste Steuerdatensatz, der als nächstes im Speicherelement 9 gespeichert ist, gesprungen. Die Entscheidung, ob der jeweilige Verfahrsatz verworfen wird, wird getroffen, wenn sich das Stückgut hinter einer Beginngrenzposition BG befindet. D.h., ist zu Beginn des zweiten Berechnungsschrittes für den jeweiligen Verfahrsatzes des betreffenden Stückguts 3 das betreffende Stückgut bereits hinter der

Beginngrenz-position BG, so wird der zweite Berechnungsschritt mit dem betreffenden Verfahrsatz nicht durchgeführt.

Ergibt der zweite Berechnungsschritt eine geschätzte Anfahrzeit, nach der sich das zu greifende Stückgut 3 hinter einer Ende-Position E befinden würde, so wird der zweite Berechnungsschritt bezüglich dieses Verfahrsatzes ebenfalls abgebrochen. Auf diese Weise wird vermieden, dass in dem zweiten Berechnungsschritt Verfahrsätze berechnet werden, bei denen die zugehörige Anfahrbewegung das betreffende Stückgut nicht mehr rechtzeitig innerhalb des Anfahrbereichs antreffen würde.

Um eine weitere Geschwindigkeitsverbesserung bei den Anfahrbewegungen des Roboterarms 1, sowie eine erhöhte Ruckfreiheit zu erreichen, kann vorgesehen sein, dass bei dem zweiten Berechnungsschritt in dem zweiten Berechnungsmittel 10 Wegstücke des aktuellen Verfahrsatzes so mit einem Teil oder allen Wegstücken des nächsten Verfahrsatzes verrechnet werden, dass ein abgerundeter Übergang zwischen der Anfahrbewegung der aktuellen Anfahrposition zur Anfahrbewegung der nächsten Anfahrposition erreicht wird. Diesen Prozess nennt man Überschleifen, und er vermindert Beschleunigungen, die durch eine abrupte Richtungsänderung des Roboterarms 1 auftreten. Das Überschleifen wird durchgeführt, indem bei dem zweiten Berechnungsschritt die Wegstücke nahe der Anfahrposition bereits mit Wegstücken des darauffolgenden Verfahrsatzes beaufschlagt werden, so dass insbesondere die Richtung, in der das Greifelement 5 an das zu greifende Stückgut 3 angefahren wird, bereits in die Richtung, mit der die nächste Anfahrposition angefahren wird, verschoben ist. Darüber hinaus kann das Überschleifen so durchgeführt werden, dass die Anfahrbewegung bei der Anfahrposition nicht vollständig an die Geschwindigkeit des Stückguts 3 angepasst ist, sondern dass das Aufnehmen oder Abgeben des Stückguts 3 im Wesentlichen im Vorbeigehen erfolgt, so dass ein zeitaufwändiges Bremsen und Wiederbeschleunigen des Roboterarms 1

23

entfällt. Dadurch kann weitere Zeit bei der Abarbeitung der Verfahrensätze gespart werden.

In den Figuren 3a, 3b sind Flussdiagramme zur Verdeutlichung
5 des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer bevorzugten
Ausführungsform dargestellt. Das Verfahren betrifft zwei
Ebenen. Zum einen wird wie in Figur 3a dargestellt, über-
prüft, ob sich auf dem Förderband Stückgut in den Detektions-
bereich des Detektorsystems 11 hineinbewegt hat. Dies wird in
10 einem Schritt S1 überprüft.

Wurde festgestellt, dass ein Stückgut in den Detektionsbereich bewegt worden ist, so wird deren Position in einem Schritt S2 bestimmt. Dabei wird sowohl die x- als auch die y-Position bestimmt. Die x-Position betrifft die Position des Stückguts quer zur Bewegungsrichtung des Förderbandes 2. Die y-Richtung entspricht der Bewegungsrichtung des Förderbandes 2. Je nach Bedarf kann auch die Ausrichtung des Stückguts 3 bezüglich des Förderbandes 2 bestimmt und als Information bereitgestellt werden. Anhand dieser Koordinaten ist die Position des Stückguts 3 auf dem Förderband 2 exakt bestimmt.

Im folgenden wird dem betreffenden, erkannten Stückgut 3 eine Identifikationsnummer zugewiesen und diesbezüglich ein oder mehrere zugeordnete Verfahrsätze berechnet, wobei als y-Position des betreffenden Stückguts 3 eine Grundposition GP angenommen wird. Falls notwendig, werden weiterhin in dem ersten Berechnungsschritt S3 weitere Steuerdatensätze ermittelt, die beispielsweise die Übertragung von Daten an die Überwachungseinheit 7 vorsehen können. Ebenfalls können Verfahrsätze bezüglich des Aufnehmens bzw. Ablegens des betreffenden Stückguts 3 durch das Greifelement 5 definiert werden.

35 Nachdem die Steuerdatensätze ermittelt worden sind, werden diese in der Speichereinheit 9 gespeichert. Die Speicher- einheit 9 stellt einen FIFO-Speicher dar, so dass die neu

generierten Steuerdatensätze zu bereits bestehenden Steuerdatensätzen angefügt werden. Das Speichern der Daten wird in einem Schritt S4 durchgeführt. Das Ermitteln der Steuerdatensätze wird für jedes erkannte Stückgut 3 auf dem

5 Förderband 2 durchgeführt, sobald das Stückgut 3 erkannt worden ist.

In Figur 3b wird ein weiterer Verfahrensablauf zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt, der 10 im Wesentlichen zeitgleich zu dem in Figur 3a gezeigten Vorberechnungsverfahren durchgeführt wird.

Die in der Speichereinheit 9 gespeicherten Steuerdatensätze werden nun der Reihe nach abgearbeitet. In einem Schritt S10 wird der jeweils nächste Steuerdatensatz ausgelesen und in 15 einem Schritt S11 festgestellt, ob es sich um einen Verfahrsatz oder um einen sonstigen Datensatz handelt.

Handelt es sich um einen sonstigen Datensatz, so wird dieser 20 in einem Schritt S12 im Wesentlichen abgearbeitet. Der sonstige Datensatz betrifft üblicherweise die Ausgabe von Signalen an die Überwachungseinheit 7 und erfordert üblicherweise keine weitere Berechnung.

Nach Bearbeitung des sonstigen Datensatzes wird zu dem Schritt S10 zurückgesprungen.

Handelt es sich um einen Verfahrsatz, so wird in einem Schritt S13 zunächst überprüft, ob sich das Stückgut innerhalb des Anfahrbereichs 15 noch vor der Beginngrenzposition BG befindet. Befindet es sich bereits in 30 Bewegungsrichtung hinter der Beginngrenzposition BG, so wird die Berechnung dieses Verfahrsatzes abgebrochen und zu Schritt S10 zurückgesprungen, und mit der Bearbeitung des nächsten Steuerdatensatzes begonnen.

35

Befindet sich das Stückgut 3 noch vor der Beginngrenzposition BG, wird zunächst die Zeit zum Anfahren des betreffenden

Stückguts 3 abgeschätzt. Wird mithilfe der Geschwindigkeit des Förderbands 2 ermittelt, dass sich das Stückgut nach Ablauf dieser Zeit hinter einer Ende-Position E befindet, wird in dem Schritt S14 entschieden, den Berechnungsvorgang 5 für den zweiten Berechnungsschritt abzubrechen und mit dem nächsten Steuerdatensatz gemäß dem Schritt S10 fortzufahren.

Ergibt die Berechnung des Schritts S14, dass das betreffende Stückgut 3 noch erreicht werden kann, so wird der vorberechnete Verfahrsatz mithilfe der aktuellen Position des Stückguts erneut berechnet.

Bei der Berechnung im zweiten Berechnungsschritt kann auf das Ergebnis der Berechnung des Verfahrsatzes im ersten Berechnungsschritt zurückgegriffen werden, so dass die Berechnung 15 im zweiten Berechnungsschritt weniger Zeit benötigt, als eine Neuberechnung des gesamten Verfahrsatzes.

Insbesondere wird bei dem zweiten Berechnungsschritt S15 der nächste in dem Speicherelement 9 gespeicherte Verfahrsatz 20 berücksichtigt, so dass ein Überschleifen der Anfahrbewegung des aktuellen Verfahrsatzes zur Anfahrbewegung des nächsten Verfahrsatz berechnet werden kann. Dass der jeweils nächste Verfahrsatz lediglich ein vorberechneter Verfahrsatz ist, der auf eine festgelegte Grundposition berechnet worden ist, führt bei der Berechnung des Überschleifens lediglich zu einer minimalen Abweichung. Diese kann in aller Regel vernachlässigt werden, da sie im weiteren Verlauf der Wegstücke automatisch kompensiert wird. Somit kann das Überschleifen von einer Anfahrbewegung zur nächsten Anfahrbewegung im 30 Wesentlichen durchgeführt werden, indem für die nächste Anfahrbewegung ein auf die Grundposition GP als Anfahrsposition bezogener Verfahrsatz verwendet wird.

Nachdem in dem zweiten Berechnungsschritt der Verfahrsatz 35 berechnet worden ist, wird die Verfahrbewegung gestartet, wobei der Verfahrtsweg mithilfe der PTP-Interpolation geschwindigkeitsoptimiert ist. Nach dem Durchführen der

Verfahrbewegung in dem Schritt S16 wird zu dem Schritt S10 zurückgesprungen und der nächste Steuerdatensatz abgearbeitet.

5 Die Idee der Erfindung besteht darin, Steuerdatensätze im voraus zu berechnen, so dass nicht vor jedem, den aktuellen Steuerdatensatz betreffenden Vorgang eine Berechnung durchgeführt werden muss, die im Wesentlichen die Verfahrbewegung des Roboterarmes 1 bei Verfahrsätzen zeitlich verzögert.

10

Damit der Roboterarm 1 das Stückgut 3 dann exakt ansteuern kann, ist bei den Steuerdatensätzen die Verfahrsätze darstellen, eine weitere Berechnung in einem zweiten 15 Berechnungsschritt notwendig, die auf Grundlage des ersten Berechnungsschritts einen neuen Verfahrsatz generiert, um das betreffende Stückgut 3 exakt anzufahren.

Dadurch kann Zeit eingespart werden, da zum einen die Steuerdatensätze, die nicht Verfahrsätze sind, d.h. nicht die Bewegung des Roboterarms 1 betreffen, vorberechnet sind, und somit die Weiterberechnung im zweiten Berechnungsschritt beschleunigt werden kann, so dass die Stillstandzeiten des Roboterarms 1 reduziert werden.

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, das zur Berechnung des Überschleifens von einer Verfahrbewegung zur nächsten Verfahrbewegung des nächsten Roboterarms 1 bereits der nächste Verfahrsatz zur Verfügung steht, wobei bei der 30 Berechnung des Überschleifens der Verfahrsatz, der in einem ersten Berechnungsschritt bestimmt wurde, zur Ermittlung einer geeigneten Überschleifbewegung im Wesentlichen ausreicht.

35

In einer konkreten Ausführungsform kann selbstverständlich vorgesehen sein, dass die ersten und zweiten Berechnungsmittel, sowie das Steuerelement und/oder das Speicherelement in einem oder mehrere Mikrocontrollern vorgesehen sind, wobei

5 das erfundungsgemäße Verfahren als Programmcode in dem Mikrocontroller gespeichert ist bzw. dem Mikrocontroller zur Verfügung gestellt ist. Der Mikrocontroller kann über ein Netzwerk (nicht gezeigt) mit der Überwachungseinheit 7 in Verbindung stehen.

10

Die Zeiten, in denen die Vorberechnung der Steuerdatensätze stattfindet, sind entsprechend der Auslastung des Mikrocontrollers gelegt, so dass die Berechnung der Verfahrsätze im zweiten Berechnungsschritt im Wesentlichen unmittelbar

15 vor der Anfahrbewegung durchgeführt wird, während die Vorberechnungen zu Zeiten vorgenommen werden, in denen der Mikrocontroller Rechenkapazität zur Verfügung hat.

Bezugszeichenliste

- 1 Röbterarm
- 2 Förderband
- 3 Stückgut
- 4 Arme
- 5 Greifelement
- 6 Steuereinrichtung
- 7 Überwachungseinheit
- 8 erstes Berechnungsmittel
- 9 Speicherelement
- 10 zweites Berechnungsmittel
- 11 Positionerkennungssystem
- 12 Steuerelement
- 15 Anfahrbereich
- GP Grundposition
- BG Beginngrenzposition
- E Ende-Position
- Δy Differenzwert

Ansprüche

1. Verfahren zum Anfahren an ein sich bewegendes Stückgut (3) über einen Anfahrweg, wobei sich eine Anfahrposition des Stückgutes innerhalb eines Anfahrbereiches (15) befindet, wobei in einem ersten Berechnungsschritt Steuerdatensätze im Voraus berechnet werden, wobei die Steuerdatensätze einen Verfahrsatz enthalten, der den Anfahrweg zu einer Anfahrposition beschreibt, wobei bei dem ersten Berechnungsschritt für den Verfahrsatz von einer festgelegten Anfahrposition des Stückgutes ausgegangen wird, wobei der Verfahrsatz zur ersten festgelegten Position des Stückgutes bezüglich der Anfahrgeschwindigkeit optimiert wird, wobei unmittelbar vor dem Starten der Anfahrbewegung gemäß des Verfahrsatzes die aktuelle Anfahrposition des Stückgutes (3) ermittelt wird und ein zweiter Berechnungsschritt durchgeführt wird, bei dem der jeweils aktuelle Verfahrsatz abhängig von der ermittelten aktuellen Anfahrposition des Stückgutes (3) so verändert wird, so dass der Anfahrweg in Richtung der aktuellen Anfahrposition geändert wird, wobei eine Anfahrbewegung durch Abfahren des in dem zweiten Berechnungsschritt ermittelten Verfahrsatzes durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Verfahrsatz eine Information über Wegstücke aufweist, die den Anfahrweg zu der Anfahrposition beschreibt, wobei die Wegstücke nacheinander abgefahren werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Steuerdatensätze den ersten Verfahrsatz für die erste Anfahrposition und einen zweiten Verfahrsatz für eine zweite Anfahrposition enthalten, die mit Hilfe des ersten Berechnungsschrittes im Voraus berechnet werden, wobei der zweite Verfahrsatz Wegstücke umfasst,

die einen Anfahrweg zur zweiten Anfahrposition abbilden, wobei vor dem Erreichen einer Endposition des ersten Verfahrensatzes zumindest ein erstes der Wegstücke des zweiten Verfahrensatz berücksichtigt wird, um einen ruckfreien Übergang der Anfahrbewegung von dem ersten Verfahrensatz zu dem zweiten Verfahrensatz zu gewährleisten.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei bei dem zweiten Berechnungsschritt das jeweils aktuell abzufahrende

Wegstück abhängig von der ermittelten aktuellen Position des Stückgutes (3) verändert wird, indem ein Endpunkt eines Wegstückes des Verfahrensatzes um einen von der aktuellen Anfahrposition des Stückgutes (3) abhängigen Weg verschoben wird.

15

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei bei dem zweiten Berechnungsschritt der jeweils aktuell abzufahrende Wegstück abhängig von der Bewegungsgeschwindigkeit des Stückgutes (3) verändert wird, indem die Geschwindigkeit des Stückgutes (3) über dem gesamten Verfahrensatz so berücksichtigt wird, dass ein ruckfreies Beschleunigen und Abbremsen der Anfahrbewegung ermöglicht wird.

20

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Geschwindigkeit des Stückgutes (3) sinusquadratisch über dem gesamten Verfahrensatz berücksichtigt wird, so dass in einem Anfangsbereich und einem Endbereich eine geringere Geschwindigkeit des Stückgutes (3) in dem zweiten Berechnungsschritt berücksichtigt wird.

30

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, wobei mehrere Verfahrensätze mit Hilfe des ersten Berechnungsschrittes vorberechnet werden, wobei bei mehreren sich bewegenden Stückgütern (3) der/die einem sich bewegenden Stückgut (3) zugeordneten Verfahrensätze nicht in eine Anfahrbewegung umgesetzt werden, wenn sich im dem ersten Berechnungs-

35

schritt ergibt, dass die Anfahrbewegung das jeweilige sich bewegende Stückgut (3) nicht rechtzeitig innerhalb des Anfahrbereiches erreicht.

5 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das jeweilige sich bewegende Stückgut (3) nicht rechtzeitig innerhalb des Anfahrbereiches (15) erreicht wird, wenn sich das betreffende Stückgut (3) in Bewegungsrichtung hinter einer zweiten Position befindet.

10

9. Steuereinrichtung (6) zum Steuern einer Anfahrbewegung einer Anfahrvorrichtung für sich bewegende Stückgüter (3), wobei eine Anfahrposition innerhalb eines Anfahrbereiches (15) gemäß einem Verfahrsatz anfahrbar ist, mit

15 - einem ersten Berechnungsmittel (8), um Steuerdatensätze in einem ersten Berechnungsschritt vorzuberechnen, wobei die Steuerdatensätze mindestens einen Verfahrsatz umfassen, der ausgehend von einer festgelegten Anfahrposition des Stückgutes (3) im Voraus berechnet wird,

20 wobei der Verfahrsatz den Anfahrtsweg beschreibt, wobei der berechnete Verfahrsatz zur festgelegten Position des Stückgutes (3) bezüglich der Anfahrgeschwindigkeit optimiert ist, einem Detektorsystem (11), um die aktuelle Position des Stückgutes (3) zu ermitteln,

25 - einem zweiten Berechnungsmittel (10), um unmittelbar vor dem Starten der Anfahrbewegung eine Weiterberechnung für den Verfahrsatz in einem zweiten Berechnungsschritt durchzuführen, bei dem der aktuelle Verfahrsatz abhängig von der ermittelten aktuellen Position des Stückgutes so verändert wird, so dass der Anfahrtsweg in Richtung der Anfahrposition geändert wird, und

30 - einem Steuerelement (12), um eine Anfahrbewegung durch Abfahren des in dem zweiten Berechnungsschritt geänderten Verfahrsatzes zu steuern.

35

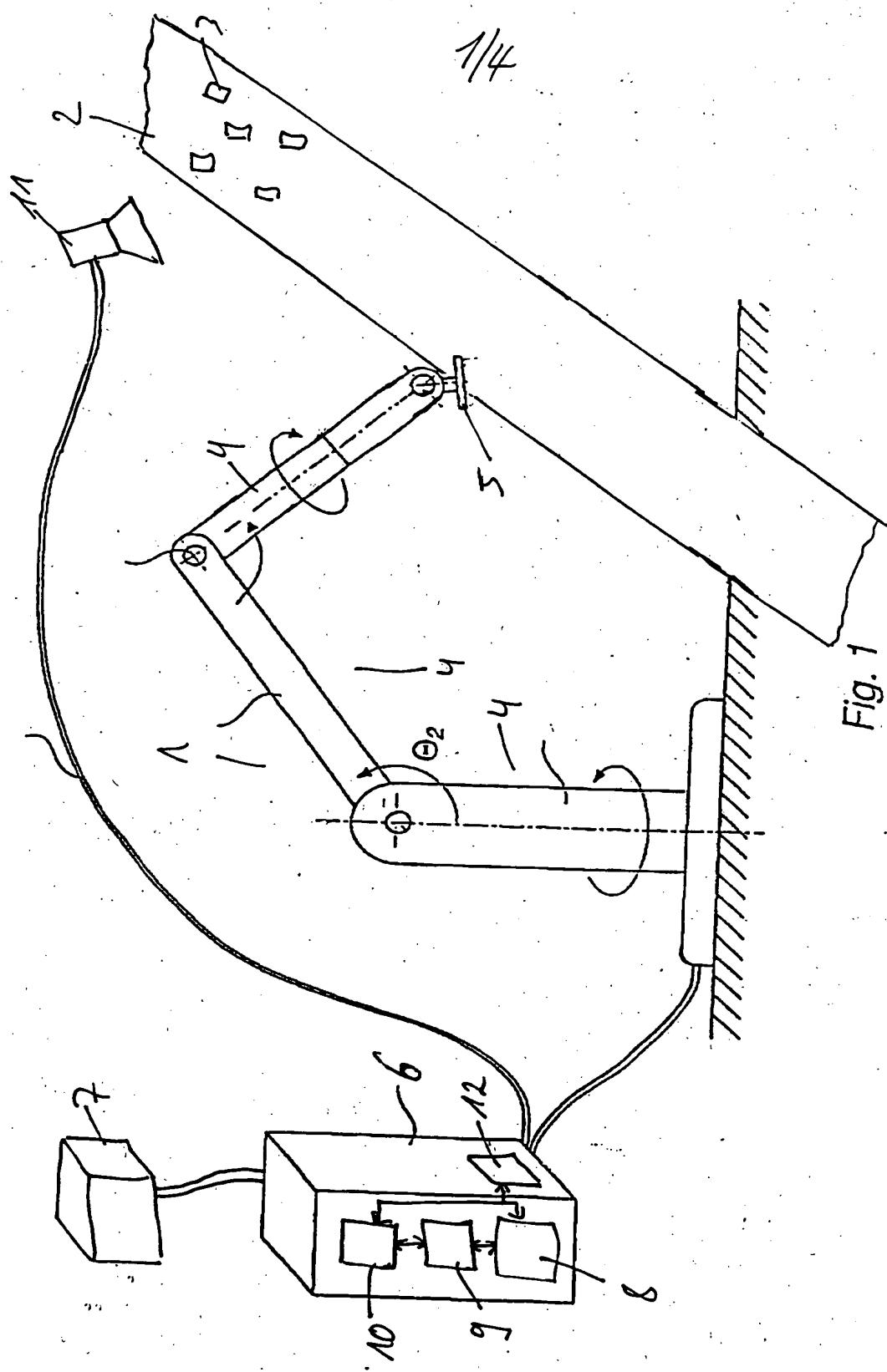
10. Steuereinrichtung (6) nach Anspruch 8 mit einem Speicher- element, um mehrere Verfahrsätze im Voraus zu speichern.

10.01.03
22

11. Steuereinrichtung (6) nach Anspruch 9, wobei das erste
5 und/oder das zweite Berechnungsmittel (8, 10) so gestaltet
sind, um beim Übergang von dem ersten Verfahrensatz zu einem
zweiten Verfahrensatz Wegstücke des ersten Verfahrensatzes mit
Wegstücken des zweiten Verfahrensatzes so miteinander zu
verrechnen, dass ein im wesentlichen ruckfreier Übergang
10 von der Bewegung des ersten Verfahrensatzes zu der Bewegung
des zweiten Verfahrensatzes erreicht wird.

10.01.03

23



10.01.2013

24

2/4

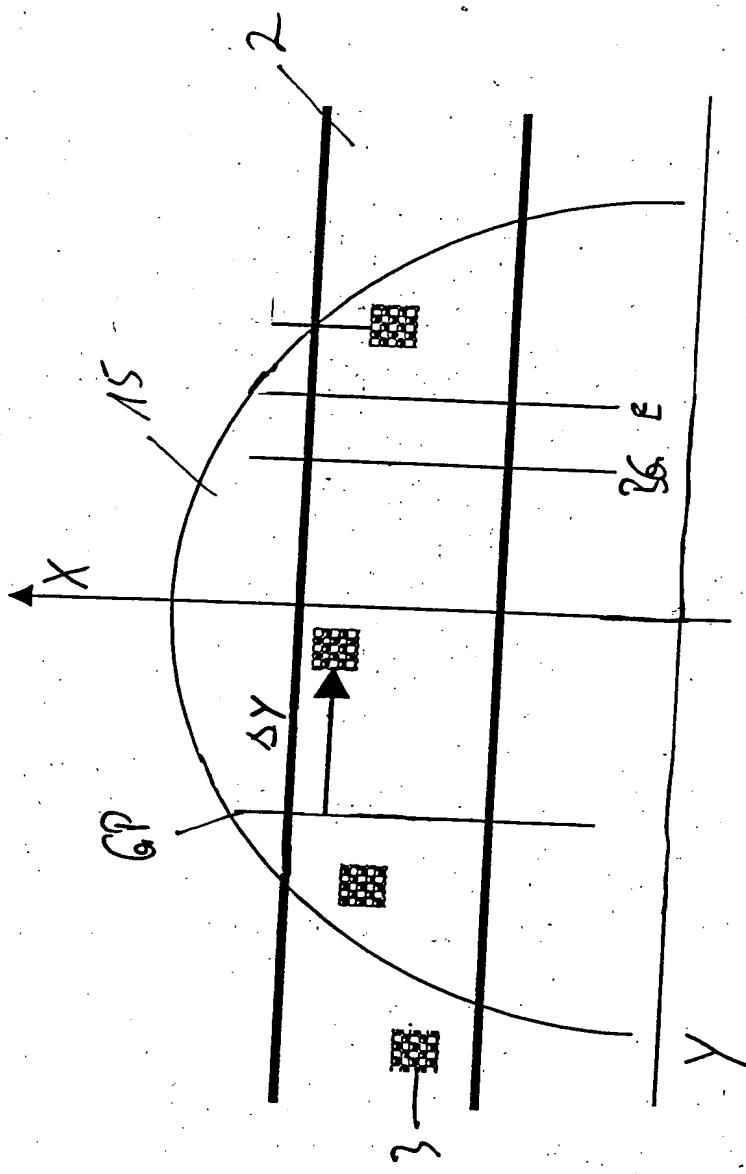


Fig. 2

10.01.03

25

3/4

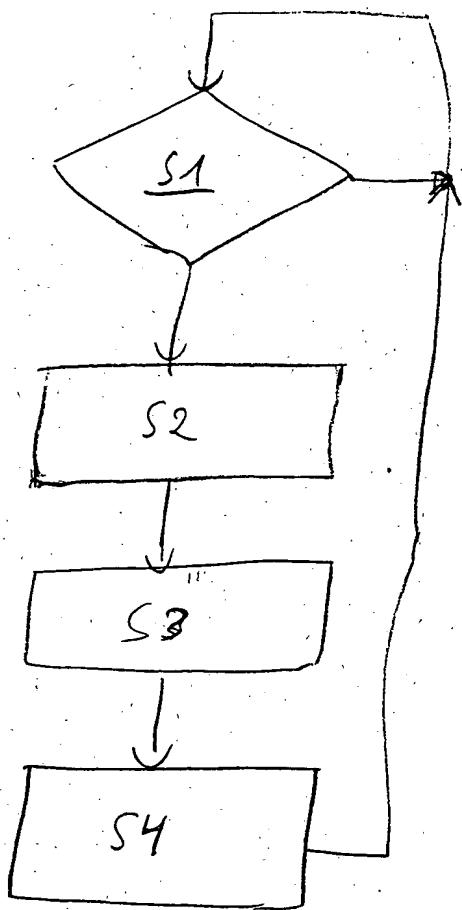


Fig. 3a

4/4

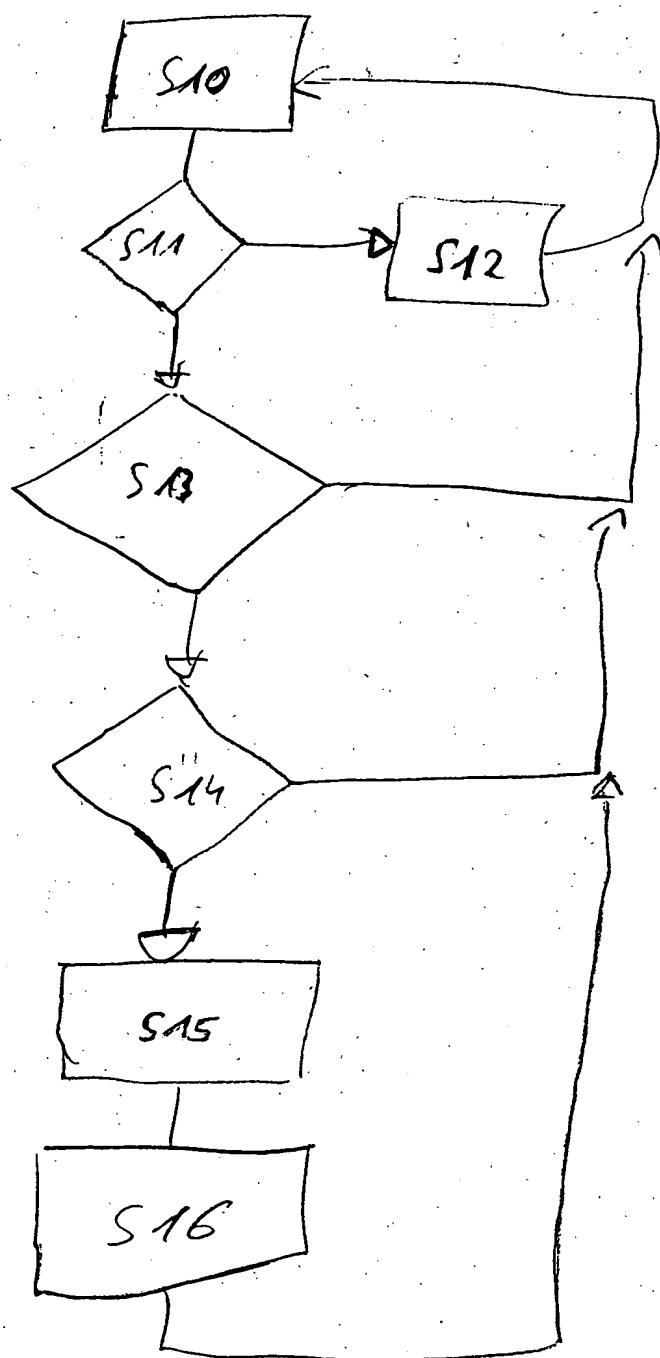


Fig. 36